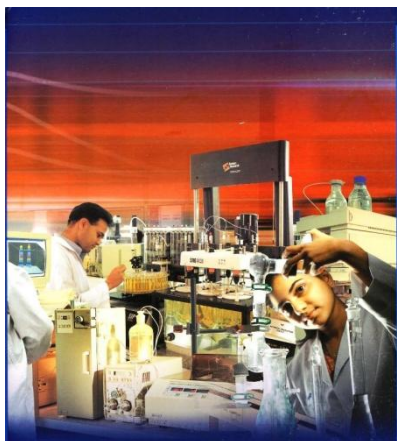


¿CÓMO APARECE LA MATERIA EN LA NATURALEZA?

Es alucinante entrar en un taller, vemos de todo: aceite, tornillos, infladores de ruedas, un botijo con agua, gente, vemos cosas de distintas formas y colores, vemos sólidos, líquidos, gases de los escapes de los coches. ¿De qué está hecho todo lo que nos rodea?, ¿por qué hay sólidos, líquidos y gases?



Sin saber porqué, esas fueron las preguntas que le vinieron a Belén a la cabeza al caer en la cuenta de que la materia es tan

"diversa", tan distinta una de otra. En la actualidad los científicos tienen una idea bastante aproximada de cuál es la respuesta a esas preguntas.

Pero no creas que ha sido un camino fácil encontrar respuestas satisfactorias.

Han sido necesarios muchos siglos de investigación, muchas teorías incompletas y muchos grandes cerebros para llegar al conocimiento que hoy tenemos sobre la constitución de la materia.

En este tema vas a aprender las ideas fundamentales que hoy día tenemos sobre estas cuestiones.



Entrando en lo muy pequeño



Coge un trozo de materia, un papel por ejemplo, y divídelo en trozos, ¿será esa la estructura básica de la materia?, sabes que no, porque aún pueden dividirse esos trozos. Divide los trozos en otros menores, y ves que aún podrías seguir dividiéndolos....

Todo esto puede llevar a pensar que en algún momento tras muchos cortes encontrarás el "trozo que no se puede dividir", el componente básico del papel... **los átomos**.

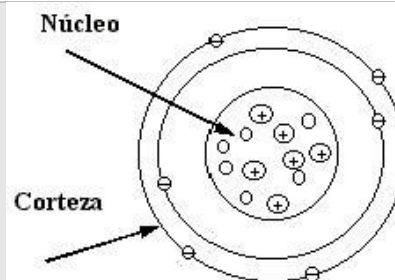
Pero... ¿qué es un átomo?

Los átomos



Actividad: para destacar algo. Los átomos son los componentes básicos de la materia. Un átomo está constituido por:

- Una **corteza** donde se encuentran los **electrones** (con carga eléctrica negativa) y...
- Un **núcleo** que es la parte central del átomo, formado por los **protones** y **neutrones**.

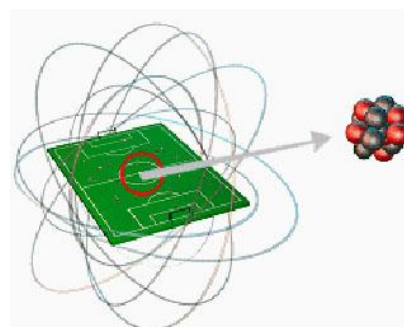
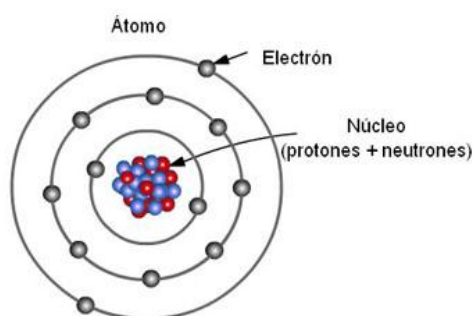


En el núcleo se concentra aproximadamente el 99.99% de la masa total del átomo y tiene carga positiva.

Los átomos son muy pequeños, mucho, tanto que no se ven ni con el más potente de los microscopios. Pero a pesar de ello los científicos tienen medios para averiguar lo grandes que son, para medirlos.

Esas medidas les llevan a la sorprendente conclusión de que **el espacio que ocupa el núcleo es enormemente reducido respecto al del átomo.**

Tanto que si el núcleo tuviese el tamaño de un garbanzo y lo situásemos en el centro de un campo de futbol, el átomo sería una esfera (casi hueca) cuyos límites pasarían por las porterías del campo.



Con mayor precisión podemos afirmar que el volumen del átomo es unas 10^{15} veces mayor que el volumen del núcleo.

En la naturaleza hay 92 tipos de átomos diferentes (y otros cuantos más obtenidos de forma artificial). Cada uno de ellos tiene su nombre y, además, para representarlo de forma sencilla los científicos le han puesto un **símbolo** con una letra, a lo sumo dos, a cada átomo. Por ejemplo, el oxígeno es la O, el hidrogeno la H, el sodio Na, el cloro Cl, el carbono C, el calcio Ca y así sucesivamente.



Puedes ver los nombres y los símbolos de todos los átomos en la **tabla periódica** que es como se llama a la forma en la que los científicos los han organizado para poder estudiarlos más fácilmente. Tienes una en la página siguiente para que puedas consultarla bien.

No te preocupes, porque no tendrás que aprendértela de memoria.... !Aunque sí tendrás que saber obtener información de ella!

Junto al símbolo, en cada casilla de la tabla periódica aparece un numerito (arriba a la izquierda) ¿Te has dado cuenta?

Pues bien, ese numerito se llama **número atómico** y nos dice el **número de protones** que todos los átomos de ese tipo tienen en su núcleo. Se representa por la letra **Z**.

Normalmente los átomos son neutros, tienen el mismo número de cargas eléctricas positivas que negativas, es decir, **tienen el mismo número de electrones que de protones.**

Por ejemplo...



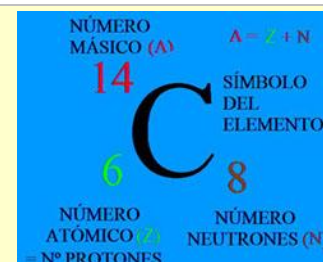
Fíjate en la casilla del carbono; el número atómico del carbono es $Z = 6$. Pues bien, esto significa que todos los átomos de carbono del universo tienen seis protones en su núcleo. Todos. Sin excepción. Jamás encontraremos un átomo de carbono que tenga, por ejemplo, 5 protones; un átomo con cinco protones será, necesariamente, un átomo de boro. Por supuesto, si los átomos de carbono tienen siempre 6 protones, también tendrán 6 electrones, claro.

[illegible]

¿Y qué pasa con los neutrones?

Aunque todos los átomos de un mismo tipo tienen siempre el mismo número de protones, no sucede lo mismo con el número de neutrones.

Por ejemplo, hay átomos de carbono que tienen 6, 7 e incluso 8 neutrones. Pero esto no afecta a que sean átomos de carbono (claro, mientras sigan teniendo 6 protones, por supuesto)



Al **número conjunto de protones y neutrones** de un átomo (a la suma de los dos) se le llama **número másico** y se representa por la letra **A**.

Una forma habitual de ofrecer toda la información sobre un átomo (símbolo, número de protones, número de electrones y número de neutrones) es escribirlo así: ${}^A_Z\text{Símbolo}$

Por ejemplo, en la imagen se representa un átomo de carbono 14, que tiene 6 protones y 8 neutrones. Su número másico es, por tanto, $6 + 8 = 14$.

Dos átomos del mismo tipo, con el mismo número de protones, pero que tengan distinto número de neutrones, se dice que son **isótopos**.

Puedes practicar todo esto de los átomos, Z, A,... construyendo los átomos que se te propone en la animación "**El constructor de átomos**" que puedes encontrar en los recursos del tema.

¡Ah, y no olvides de contar bien!



Library of Congress

Para saber más...



La tabla periódica no ha sido siempre como hoy la conocemos. De hecho, hace dos siglos ni tan siquiera existía.

Si quieres saber un poco más sobre ella, visita el enlace

"Breve historia de la Tabla Periódica"

que encontrarás en el apartado de documentación del tema.

Comprueba que lo has entendido

- ¿En qué parte de los átomos se concentra la mayor parte de su masa?
 - En el núcleo.
 - En la corteza
 - Se encuentra uniformemente distribuida por todo el átomo.
- ¿Cuál de las tres partículas subatómicas tiene carga eléctrica negativa?
 - El neutrón.
 - El electrón.
 - El protón.
- ¿Cuál es el símbolo del cobre?
 - Co
 - C
 - Cu
- Si un determinado átomo tiene 8 protones y 10 neutrones, ¿cuáles serán su número atómico y su número másico?
 - $Z = 8$ y $A = 10$
 - $Z = 8$ y $A = 18$
 - $Z = 18$ y $A = 10$

Las moléculas

Los átomos no suelen encontrarse libres en la naturaleza; no suelen estar solos, sino en compañía de otros átomos, formando moléculas.



Una **molécula** es una **combinación de dos o más átomos** que se mantienen **fuertemente unidos**.



Los átomos son como las letras del abecedario, pueden ir solos, letras sueltas (aunque es raro) o juntarse y formar palabras, nuestras moléculas, e incluso juntarse moléculas y formar "las frases de la materia". Cogemos 3 átomos de esto, 2 de aquello y... ya tenemos una molécula.

Eso sí, **todas las moléculas de una determinada sustancia son exactamente iguales, y diferentes a las de todas las demás sustancias.**

Por ejemplo...



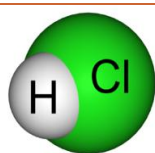
Por ejemplo si un átomo de oxígeno se junta con dos átomos de hidrógeno, ya tenemos una molécula de agua.

En un vaso de agua hay millones de estas moléculas; todas igualitas, todas con su átomo de oxígeno y sus dos átomos de hidrógeno.

Aunque parezca mentira, **toda la materia que nos rodea**, los millones de sustancias distintas que hay a nuestro alrededor, **está formada por moléculas** que, a su vez, se forman combinando en distintas cantidades los 92 tipos de átomos diferentes que hay.

Para representar las moléculas de forma sencilla los científicos usan los símbolos de los átomos que las forman y unos números que indican cuántos átomos de cada clase "entran en el juego", forman parte de esa molécula.

Así la molécula de agua que antes "formamos" se representa como **H₂O**, dos hidrógenos y un oxígeno.



La molécula de ácido clorhídrico (sulfuman o agua fuerte), está compuesta por un átomo de cloro y otro de oxígeno: **HCl**



La molécula de bicarbonato sódico está formada por un átomo de sodio, uno de carbono, uno de hidrógeno y tres de oxígeno: **NaHCO₃**

A esta manera de representar las moléculas, usando los símbolos de los átomos que la forman y un numerito que indica cuántos átomos de cada clase intervienen en ella se le llama **fórmula de la molécula**.

Comprueba que lo has entendido

5. La molécula de sulfato de cobre está formada por un átomo de cobre, un átomo de azufre y cuatro de oxígeno. ¿Cuál de las siguientes será su fórmula?

- a. CuSO₃
- b. CoSO₄
- c. CuSO₄

6. Un ácido muy importante es el ácido nítrico. Su molécula está formada por un átomo de hidrógeno, uno de nitrógeno y tres de oxígeno, ¿con cuál de las siguientes fórmulas la representarías?

- a. HNO_3
- b. HNO_2
- c. NaNO_3

7. ¿Cuáles de las siguientes fórmulas representan moléculas?

- a. Ni
- b. O_2
- c. H_2O
- d. Na
- e. Fe
- f. H_2
- g. CaCO_3

Antes de terminar este apartado dedicado a lo muy, muy pequeño, puedes repasar lo que has estudiado si ves la animación “**Átomos y moléculas**” que hay en el apartado de recursos del tema.

¿Son capaces de organizarse las partículas para formar la materia?



A Belén ya le sonaba todo eso de los átomos y las moléculas; lo había estudiado cuando hizo la ESO. Pero volver a pensar en esas cosas le trajo a la mente otra pregunta. Todo fue a raíz de fijarse en el martillo con el que unos operarios del taller estaban enderezando un eje de un coche...

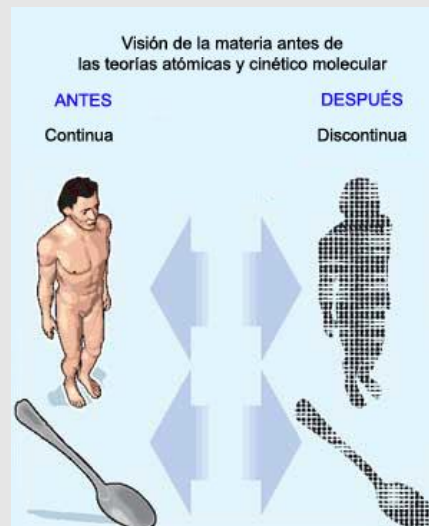
"Eso sí que está macizo", pensó, y siguió elucubrando... "pero si está hecho de átomos y los átomos están prácticamente vacíos... ¿cómo puede ser tan macizo? ¡Qué extraña es la naturaleza!".

La pregunta que se hace Belén no puede contestarla la teoría atómica. El hecho de que los objetos, la materia en general, sean más o menos "macizos", o que pueda ser **sólida**, **líquida** o **gas**, no depende de cómo sean los átomos, sino de **cómo se "relacionan" unas moléculas con otras** para formar un trozo de materia y la teoría atómica que has estudiado en el apartado anterior no nos indica nada sobre cómo se relacionan las distintas moléculas entre sí para formar sustancias.

Pero no te preocupes; estos científicos tienen teorías para todo... La explicación que buscamos nos la da la **teoría cinético-molecular**, una teoría muy sencilla que se puede resumir en las siguientes ideas:



- La materia está constituida por partículas independientes, separadas entre sí, ya sean átomos o moléculas.
- Las partículas tienen masa y se atraen entre sí, (fuerzas de cohesión), tanto más cuanto más cerca estén, pero si se acercan demasiado, empiezan a repelerse...
- Entre las partículas no hay nada, sólo espacio vacío, que es mayor en gases que en líquidos y, en éstos, mayor que en sólidos.
- Las partículas se mueven constantemente en línea recta y en todas direcciones: en gases lo hacen libremente, en líquidos con menos libertad y en sólidos vibran en torno a posiciones fijas.
- A mayor temperatura, más rápido es el movimiento de las partículas y, por tanto, mayor es su energía cinética.



Comprueba que lo has entendido

8. ¿Qué teoría explica porqué la materia puede ser sólida, líquida o gaseosa?
- La teoría atómica.
 - La teoría cinético-molecular.
9. Imagina un globo abandonado tras una fiesta en un patio en verano: De madrugada se desinflará un poco pero cuando llegue el mediodía y las primeras horas de la tarde, el globo se hinchará de nuevo pero volverá a desinflarse de noche y en la madrugada. ¿Qué crees que ha ocurrido en su interior? Selecciona la respuesta adecuada.
- Por la noche la temperatura es menor y por tanto las moléculas se mueven más rápidamente empujando sobre pared del globo haciendo que este se infle.
 - Durante el día la temperatura es mayor y las moléculas se mueven más rápido haciendo que el gas de interior del globo se expanda, es decir que lo infle.
 - Al medio día en el verano la temperatura es menor y las moléculas se mueven más rápido, por tanto se infla el globo.
10. Señala cuál o cuáles de las siguientes frases **no** están de acuerdo con las ideas fundamentales de la teoría cinético-molecular.
- Todos los cuerpos están formados por átomos o moléculas.
 - Entre los átomos o moléculas que forman un cuerpo no hay relación alguna. Ni se atraen ni se repelen.
 - Los átomos o las moléculas que forman un cuerpo están fuertemente unidas. Tanto que no queda entre ellas ningún espacio vacío.
 - La rapidez con la que se mueven los átomos o moléculas de un cuerpo está relacionada con la temperatura del mismo.

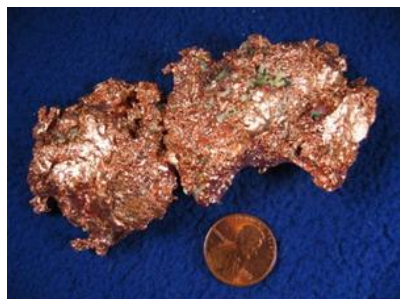
Los tres estados de la materia



¿Recuerdas el taller donde estaba Belén? En una esquina hay un barreño con agua y cubitos de hielo (los trabajadores están enfriando bebidas para la hora del bocata). Nuestra amiga se pregunta porque llamamos "hielo" al hielo y "agua" al agua ¿Acaso el hielo no es agua? ¿O son sustancias diferentes?

Belén lleva razón: el agua y el hielo son lo mismo, la misma sustancia, lo que pasa es que en distinto estado...

Y es que, como ya sabes, **la materia la podemos encontrar de tres formas distintas: sólida, líquida o gaseosa**. Los científicos las llaman **estados de agregación**: sólido, líquido y gaseoso.



Un trozo de cobre, sólido



Gotas de mercurio, el único metal líquido a temperatura ambiente



lodo gaseoso (tiene que estar encerrado, si no se "escapa")



Que una sustancia esté en un estado u otro depende de cómo estén unidas entre sí las moléculas que lo forman, es decir, de cómo sea el equilibrio entre las fuerzas de atracción y repulsión entre las moléculas y de lo rápido que se estén moviendo.

- Lo primero **depende del tipo de moléculas** de las que esté hecho el cuerpo, es decir, **de la sustancia concreta** de que se trate.
- Lo segundo **depende de la temperatura** a la que esté el cuerpo.



Una sustancia única...

Es difícil encontrar una sustancia que esté, de forma natural, en los tres estados de agregación. Salvo una especialmente importante, el **agua**.

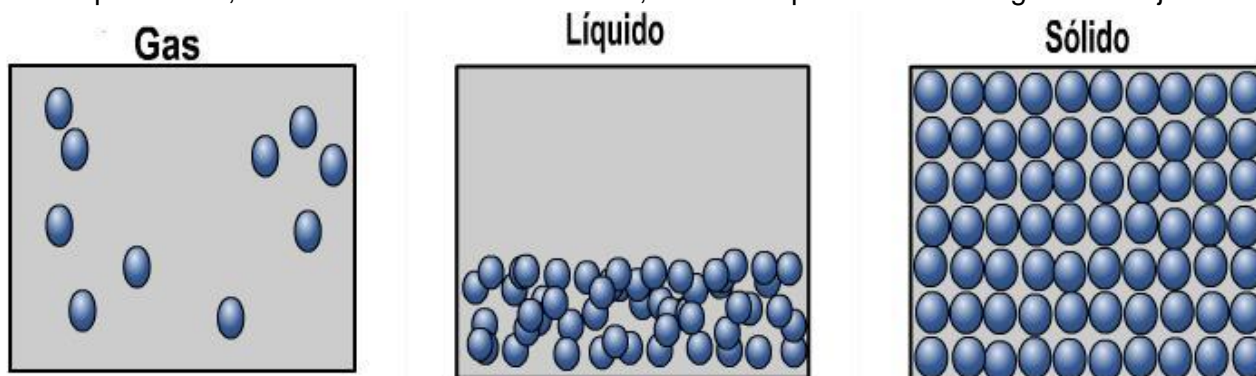
En realidad, nada "es" sólido, líquido o gaseoso. Como el agua, **todas las sustancias pueden estar en estado sólido, líquido o gaseoso... según la temperatura a la que se encuentren**.

Sucede que a las temperaturas que nosotros solemos "ver" las cosas (digamos que entre -10°C y 40°C), la mayoría de las sustancias o están en estado sólido, o en estado líquido o en estado gaseoso.... salvo el agua, claro.

Por ejemplo, decimos que el hierro es sólido porque resulta que tenemos que calentarlo mucho si queremos que esté en estado líquido. Pero si lo hacemos, si lo pusieramos a la temperatura necesaria, veríamos al hierro en estado líquido.

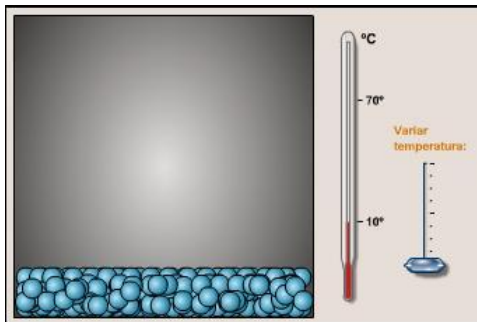
- **En los gases apenas hay fuerzas entre las moléculas** y por eso éstas **se mueven libremente**.
- **En los líquidos las fuerzas** entre las moléculas son **más intensas** que en los gases. Por eso **se mantienen unidas, pero aún conservan gran libertad de movimiento** (aunque menos que en los gases)
- **En los sólidos las fuerzas** entre las moléculas **son muy intensas**. Tanto que **prácticamente no pueden moverse, tan solo vibrar**.

Es muy difícil pensar en algo sin "visualizarlo mentalmente". Para poder "visualizar" cómo es la materia por dentro, los científicos utilizan modelos, como los que ves en la imagen de abajo.



En el apartado de recursos del tema podrás ver cómo se imaginan los científicos que son a nivel molecular, por dentro, sólidos, líquidos y gases según la teoría cinético-molecular. Son las animaciones llamadas "**Modelo de gas**", "**Modelo de líquido**" y "**Modelo de sólido**".

En las animaciones que has visto se representan tres sustancias más o menos a la misma temperatura. Lo sabemos porque sus moléculas se están moviendo más o menos igual de deprisa.



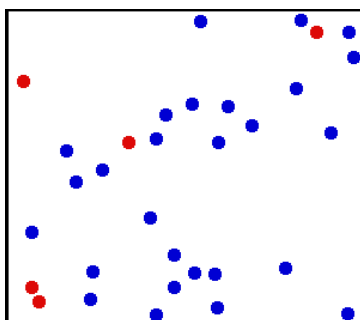
Para comprender qué efecto tiene sobre las moléculas una variación de temperatura, puedes ver, también en el apartado de recursos del tema, unas animaciones en las que podrás modificar la temperatura a la que se encuentran un gas, un líquido y un sólido y observar lo que sucede.

El único efecto es que cambia la velocidad a la que se mueven las moléculas.

Comprueba que lo has entendido

11. Lee el siguiente párrafo y completa los huecos en blanco. Puedes usar las palabras: hielo, gaseoso, nubes condensa, líquido y vapor.
El agua está en la naturaleza en los tres estados posibles: sólido, líquido y..... En estado sólido la encontramos formando..... y nieve fundamentalmente. Cuando se evapora, decimos que es..... de agua y entonces está en estado..... En estado..... la vemos en ríos, mares, océanos y en las..... cuando se..... el vapor de agua.
12. ¿En cuál de los tres estados de agregación tienen las moléculas más libertad de movimiento?
 - a. En el estado sólido.
 - b. En el estado líquido.
 - c. En el estado gaseoso.
13. ¿Cuál de las siguientes frases crees que es más correcta?
 - a. El oxígeno es una sustancia gaseosa
 - b. El oxígeno es una sustancia gaseosa a temperatura ambiente.
 - c. El oxígeno puede ser gaseoso o líquido, pero nunca sólido.

Gases



Vamos a suponer que las partículas en un material se comportan como niños de Primaria jugando durante el recreo en su colegio. Supongamos que juegan al “pilla-pilla”: observamos que cada niño corre sin una dirección fija por el patio y rara vez se toca con otro.

La forma del grupo cambia constantemente y sólo está definida por las paredes del patio del colegio. Cuando llueve juegan en el interior del gimnasio y su comportamiento es igual: carreras erráticas, sin contactos y su espacio está ahora definido por las dimensiones del gimnasio.

O también, en las luchas del pueblo galo contra los romanos: Vemos cómo la llegada de Astérix supone la dispersión errática de los romanos, que se desplazan igual que las partículas en el estado gaseoso: separadas y en todas direcciones.

En un gas las fuerzas entre las partículas son escasas, tanto que podemos considerarlas como “cuerpos libres”, sin interacción alguna como los niños chicos en el recreo, moviéndose “a lo loco”.



De aquí se derivan las propiedades más importantes de los gases:



- Los gases **no tienen forma ni volumen propio**, adoptan la forma y el volumen del recipiente que los contiene.
- Los gases **pueden comprimirse y expandirse**.
- Los gases **ejercen presión** (empujan) sobre cualquier superficie que tocan, **en todas direcciones** (incluso hacia arriba)

La primera propiedad está muy clara: **un gas siempre ocupa por completo cualquier recipiente donde lo tengamos**. Esto se explica fácilmente si tienes en cuenta que las moléculas del gas se estarán moviendo en línea recta hasta que choquen con las paredes del recipiente.

Aunque probablemente ya sabes lo que es la presión y en el próximo tema te volveremos a hablar de ella, lo que aquí te decimos es que **la presión que ejercen los gases**, que es una magnitud física macroscópica, tiene una explicación a nivel molecular. **Se debe a los continuos choques de las moléculas del gas con las paredes** del recipiente que lo contiene. Las moléculas chocan con todas las paredes (incluso la del techo) por eso el gas ejerce presión en todas direcciones.

La tercera propiedad es algo más extraña, pero está muy relacionada con las dos anteriores. Los gases pueden aumentar y disminuir de volumen, ocupar más o menos espacio, pero sin necesidad de añadir o quitar gas ¿cómo puede ser eso...?

- Que un gas se **expanda** quiere decir que **si le dejamos más espacio, lo llenará**, lo ocupará por completo. **Pero** eso sí, **ejercherà menos presión**, ya que sus moléculas chocarán menos veces con las paredes (ahora les pilla más lejos)
- Que un gas se **comprima** quiere decir que **si le dejamos menos espacio, el gas se amoldará** a ese nuevo espacio. ¿Y cómo es esto posible? Fíjate que entre molécula y molécula hay mucho espacio vacío, de manera que tienen "margen" para acercarse unas a otras. **Eso sí**, el gas **ejercherà más presión**, puesto que ahora las moléculas chocarán más veces con las paredes (claro, las tienen más cerca)

En el apartado de recursos del tema tienes un vídeo en el que puedes observar cómo, al comprimir o expandir un gas varía la presión del mismo. (El gas no lo puedes ver, porque el que se ha utilizado es el más barato y fácil de conseguir: el aire, que resulta que es incoloro 🤖. Pero te prometo que está ahí, dentro del émbolo.)



Puedes comprobarlo tú mismo/a

En el apartado de recursos tienes otros dos muy interesantes.

- En uno de ellos ("**Los gases se comprimen**") accederás a una animación en la que puedes comprobar cómo un gas puede variar de volumen (contraerse y expandirse) y cómo cambia la presión del gas cuando sucede.
- En el otro ("**Experimento casero**"), verás un vídeo que te enseñará a comprobarlo incluso en vivo y en directo, en tu propia casa; tan solo necesitas una jeringuilla.

Comprueba que lo has entendido

14. ¿Cuál de las siguientes frases **no** expresa una propiedad de los gases?
- Los gases ejercen presión sobre todas las superficies que tocan, incluso hacia arriba.
 - Los gases pueden expandirse y contraerse.
 - Los gases tienen volumen propio, pero adoptan la forma del recipiente.
15. ¿Qué relación existe entre el volumen que ocupa un gas y la presión que ejerce?
- Cuando el gas se comprime, la presión que ejerce aumenta.
 - Cuando el gas se expande, la presión que ejerce aumenta.
 - No tienen ninguna relación, porque una cosa es el volumen del gas y otra muy diferente la presión que ejerce un gas.
16. Si en un extremo de una habitación se destapa un frasco de perfume, al cabo de un rato huele a perfume en toda la habitación, incluso en el otro extremo. ¿Qué propiedad de los gases lo ha hecho posible?
- La propiedad de que se pueden comprimir.
 - La propiedad de que se pueden expandir.
 - La propiedad de que ejercen presión en todas direcciones.



Líquidos



Para entender cómo se comportan los líquidos vamos a seguir con nuestro ejemplo de los niños... Supongamos ahora unos párvulos yendo de visita. Van tomados de la mano, de dos en dos o de tres en tres.

Si tienen que avanzar más rápido, corren, pero siguen tomados de la mano, si no de su compañero anterior, de otro. Sus movimientos no son tan erráticos como cuando corren solos en el recreo. Si entran en una habitación cuadrada, no usan todo el espacio disponible sino que adoptarán una posición circular, o si es rectangular la adoptarán elíptica. Si tienen que sortear algún obstáculo se sueltan pero vuelven enseguida a tomarse de la mano.

También puedes pensar en el comportamiento de un enjambre de abejas. Cada abeja se mueve libremente por el enjambre, pero no se separa de sus compañeras; siempre está interactuando con algunas de ellas, con las que son sus vecinas en cada momento.

Pues así, como los niños de excursión o como las abejas del enjambre, es cómo se comportan las moléculas de los líquidos.

Ahora, a diferencia de en los gases, sí **existen fuerzas entre las moléculas**. Cada molécula interacciona con sus vecinas, lo bastante fuerte como **para no poder separarse** de ellas, **pero no tanto como para impedir que puedan desplazarse** unas respecto a otras.

Ahora **ya no hay grandes espacios entre las moléculas**; están **casi juntas, pero no fijas** en un sitio. Ese comportamiento de las moléculas se traduce en las propiedades que vemos de los líquidos:



- Los líquidos **no tienen forma propia, pero sí volumen propio**.
- Los líquidos **no pueden ni comprimirse ni expandirse**.
- Los líquidos **son fluidos**, pueden derramarse.

La primera de estas propiedades la tienes más que comprobada: Si pasas 1 L de agua de un recipiente a otro distinto, el volumen de agua que tienes no cambiará, seguirá siendo 1 L, pero la forma será diferente, adoptará la forma del nuevo recipiente. Si compras un litro de leche, da igual que esté en un tetrabrik o en una botella de plástico o de cristal o en una bolsa... aunque tenga distinta forma... sigue siendo un litro.

La tercera propiedad también la conoces de sobra. Pero tal vez no hayas caído en la cuenta de que no todos se derraman de la misma manera, con la misma facilidad. El alcohol, por ejemplo,

tiene mucha facilidad para derramarse, igual que el mercurio ¿Pero qué me dices del aceite o... de la miel? Y es que no todos los líquidos tienen la misma **viscosidad**.



La miel es un líquido muy viscoso



El mercurio es un líquido muy poco viscoso

En cuanto a la segunda propiedad, te proponemos que intentes realizar el experimento de la jeringuilla que has aprendido en el apartado de los gases, pero poniendo agua en la misma en lugar de aire.... Ya verás lo que sucede.

¡Ojo, es muy fácil confundirse!

Aunque muchas personas los confunden, **no es lo mismo viscoso que denso**. El aceite es más viscoso que el agua, se derrama con más dificultad, es menos fluido. Sin embargo, es menos denso que el agua, flota en ella.

Un caso extremo es el mercurio, un líquido muy fluido, muy poco viscoso, que se derrama con mucha facilidad pero... que es extremadamente denso. Tanto como puedes apreciar en la foto: sobre él flota una bola de billar! (y no es un truco, que conste)



Comprueba que lo has entendido

17. ¿Cuál o cuáles de las siguientes frases son verdaderas?

- a. La fuerza de atracción entre las moléculas de los líquidos es mayor que en los gases, por eso los líquidos tienen forma propia.
- b. Los líquidos tienen volumen propio independientemente del recipiente que los contenga.
- c. Un líquido viscoso es un líquido que pesa mucho, un líquido denso.

Para saber más...



¿Alguna vez has dado un "barrigazo" al intentar tirarte de cabeza a una piscina? Duele, ¿verdad?. Y es que la superficie del agua, como la de todos los demás líquidos, es más dura de lo que parece.

Algunos animales de poco peso pueden caminar sobre ella o incluso mantenerse sin moverse posados en su superficie sin ningún problema ni riesgo de hundirse. ¿Por qué sucede esto?

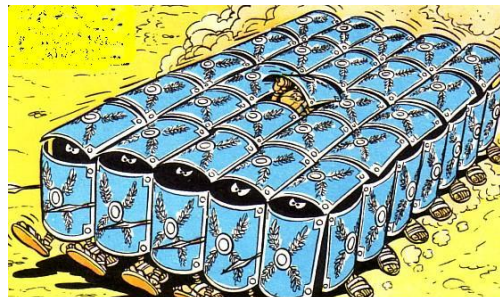
La respuesta está en una propiedad de los líquidos llamada **tensión superficial**. Si sientes curiosidad por saber de qué va, consulta el documento "*La tensión superficial*" que encontrarás en el apartado de recursos del tema.



Sólidos

Imagínate unos soldados en formación, en un desfile, o mejor, como ocurría en el ejército romano de César, cuando adoptaban la formación de “tortuga” para impedir que les alcanzaran las flechas enemigas:

Las interacciones entre los soldados romanos son muy intensas, puesto que van cogidos unos a otros para mantener la posición de los escudos. El grupo ocupa un espacio definido y no se deforma frente a un obstáculo, no puede pasar por cualquier sitio.



Es el ejemplo perfecto de cómo ve la teoría cinético molecular a un sólido. **Entre las partículas** que forman los sólidos **hay fuertes interacciones**; tanto que **están prácticamente juntas y fijas** en sus posiciones de equilibrio, no pueden ni acercarse ni alejarse unas de otras.

Se siguen moviendo, como en líquidos y gases, pero ahora **tienen muy poca libertad de movimiento, solo pueden vibrar** alrededor de sus posiciones de equilibrio.

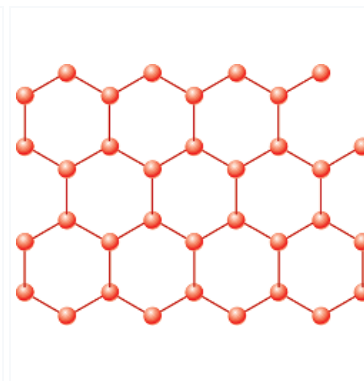
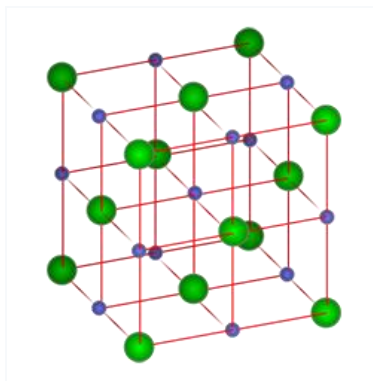
Este comportamiento de las moléculas de un sólido se traduce en las propiedades que observamos de ellos:



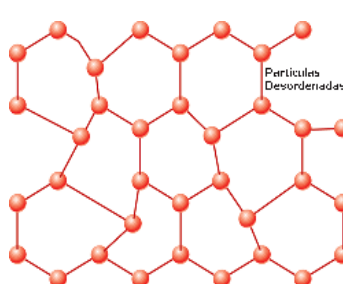
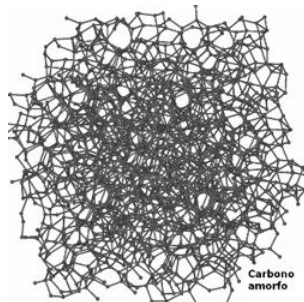
- Los sólidos **tienen forma y volumen fijos**.
- Los sólidos **no pueden ni comprimirse ni expandirse**.
- Los sólidos **no fluyen**, no se derraman.

Dentro de los sólidos podemos diferenciar dos grupos, según el mayor o menor orden en que sus partículas están unidas unas a otras:

- **Sólidos cristalinos:** Las partículas están ordenadas en una red tridimensional (**un cristal**), que sigue un patrón geométrico perfectamente definido, como unos soldados en formación durante un desfile.



- **Sólidos amorfos:** Las partículas, aunque fuertemente unidas entre sí, están desordenadas, sin seguir un patrón geométrico determinado.

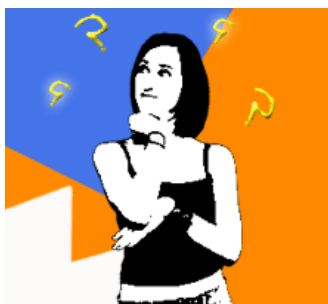


Curiosamente, el vidrio es el ejemplo más típico de sólido amorfo, ¡y nosotros solemos llamarle *cristal*!

Comprueba que lo has entendido

18. Indica si las siguientes frases son verdaderas o falsas.
- Según la teoría cinético-molecular, las moléculas que forman los sólidos están quietas.
 - Al igual que los líquidos, los sólidos tienen volumen y forma propios.
19. El cristal que ponemos en nuestras ventanas es...
- Un líquido.
 - Un sólido amorfo.
 - Un sólido cristalino.

Cambios de estado



Hay que ver la cantidad de cosas que está aprendiendo Belén en este taller... Como tardan más en reparar su coche va a terminar siendo toda una experta en todo esto de los átomos, los sólidos,...

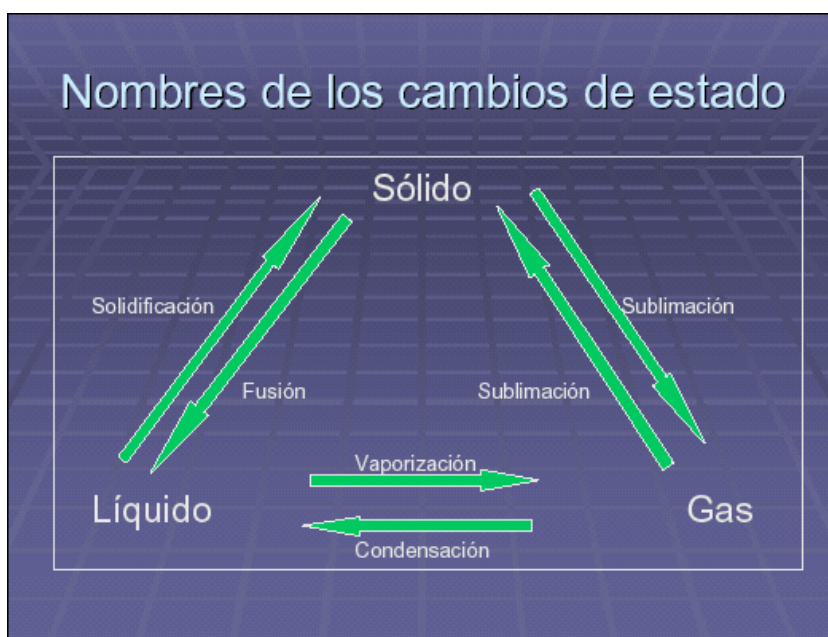
Pero ella no se cansa de aprender... y de preguntar. Aprovechando la buena disposición del personal, le hace al chico que le ha contado todo esto de los estados de la materia, una pregunta que nunca se atrevió a hacer a sus profes cuando estuvo en la escuela: "¿De verdad que si yo caliento un sólido lo suficiente se convertirá en líquido?" Y no vale que me lo expliques con el hielo y el agua, que ya sé que el hielo se derrite".

El chico suspira y, aunque Belén ya se está poniendo un poco pesada, recuerda una de las cosas que siempre le dice su jefa: "Hay que ser amables con los clientes... no lo olvidéis nunca". Así que se dispone a... ser amable y empieza a explicarle.

Bueno, Belén, mira. En primer lugar, los científicos no lo llaman "derretirse", lo llaman fundir; el hielo **se funde**. Cuando eso pasa, se dice que el agua ha cambiado de estado, ha sufrido **un cambio de estado**: de sólido a líquido.

Todos los cambios de estado tienen un nombre, y a ese se le llama fusión. Observa cómo se llaman todos los cambios de estado que pueden producirse.

Y sí que es verdad que **cualquier sustancia puede estar en cualquiera de los tres estados de agregación**; todo depende de la temperatura a la que se encuentre.



Para comprobarlo, mira los dos videos que hay en el apartado de recursos del tema, los de "**Fusión de la naftalina**" y "**Sublimación del yodo**".

En uno puedes ver la fusión de un sólido que no es hielo y en el otro un cambio de estado más espectacular, la sublimación del yodo, de sólido directamente a gas... Y todo solo aumentando la temperatura.

¿A que ha sido espectacular? Lo del yodo sobre todo, aunque no es lo normal; la inmensa mayoría de las sustancias no sublima de forma tan clara como el yodo, sino que de sólido pasan a líquido y luego a gas. Pero ¿y qué dice la teoría cinético-molecular de todo esto? ¿Puede también explicar los cambios de estado? ¿Tú qué crees?

Pues sí que los explica, y además de una forma muy sencilla. Todo depende del **equilibrio** que se establece entre la **fuerza** que mantiene unidas a las moléculas y la **energía** que tienen éstas debido a su velocidad. Ya que estamos con la fusión de la naftalina, lo explicaremos con ella:

Entre las moléculas de la naftalina existen fuerzas de atracción que evitan que se separen unas de otras. Pero por otro lado, las moléculas se están moviendo con cierta velocidad y tienden a separarse. Cuando la naftalina está sólida, está claro que "ganan" las fuerzas de atracción; por eso está sólida.

Pero si empezamos a calentarla, las moléculas se moverán cada vez más deprisa, con más energía y la tendencia a separarse será cada vez mayor. Sin embargo, las fuerzas que mantienen a las moléculas juntas no crecen...

Si seguimos calentando llegará un momento en el que las moléculas se moverán con la velocidad suficiente como para que esas fuerzas no puedan contrarrestar la tendencia de las moléculas a separarse de sus vecinas, a liberarse. En ese momento el sólido empieza a convertirse en líquido. A esa temperatura se le llama **punto de fusión** (o temperatura de fusión), en este caso, de la naftalina.



Si hubiésemos hablado de un cambio de estado de líquido a gas, la temperatura a la que se produce se llama **temperatura o punto de ebullición**; es la temperatura a la que el líquido hierve.

Tanto el punto de fusión como el punto de ebullición son **característicos de cada sustancia**; cada una tiene los suyos.

Bueno, a lo que íbamos. La explicación que la teoría cinético molecular da a los cambios de estado puedes verla representada en la animación "Los cambios de estado" que encontrarás entre los recursos del tema. (Está en inglés, pero no es necesario entender las palabras... las imágenes son lo bastante explicativas).

Por ejemplo...



Todo el mundo sabe que el agua funde a 0°C y hierve a 100°C ¿no? Pues esos son sus puntos de fusión y de ebullición respectivamente, y no hay otra sustancia que tenga los mismos.

Los del hierro son 1539°C y 2750°C respectivamente y, por ejemplo, los del alcohol son -117°C y 78°C.

vamos a dejar las cosas claras...



Muchas veces el lenguaje nos confunde si no sabemos entenderlo bien. ¿Es lo mismo decir "el agua se evapora a 100°C" que decir "el agua hierve a 100°C"? ¿Qué crees que es más correcto?

En un bloque anterior de este curso has estudiado el ciclo del agua ¿verdad? Y estudiaste que el agua que formará las nubes se evapora desde el mar, los ríos, los lagos,... ¿acaso el mar, los ríos, los lagos están a 100°C? Evidentemente no. **El agua se evapora a cualquier temperatura, pero sólo hierve (ebulle) a 100°C**, cuando está a su temperatura de ebullición.

¿Y cómo es eso? La teoría cinético-molecular nos lo explica, y lo has visto en la animación anterior. La temperatura está relacionada con la velocidad media de las moléculas; a una temperatura dada, no todas las moléculas se mueven igual de deprisa, las hay más lentas que la media y las hay más rápidas que la media. Siempre habrá alguna molécula "listilla" de la superficie de un líquido, que corra lo suficiente como para poder escapar de sus vecinas y pasar a ser una molécula de gas...Por eso, **los líquidos se evaporan a cualquier temperatura**.

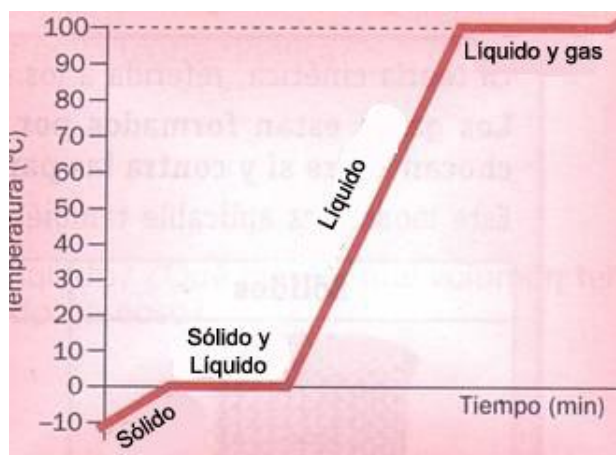
Por eso, para evitar confusiones, el cambio de estado de líquido a gas no se llama evaporación, sino vaporización.

También de la superficie de los sólidos "se escapan" moléculas y pasan a ser moléculas de gas. Piensa si no cómo puede ser que oloamos un sólido o que la bola de alcanfor (naftalina) que ponemos en el armario "desaparezca" al cabo de cierto tiempo.

Pero entonces ¿qué tienen de especial las temperaturas de fusión y de ebullición?

Cuando vamos calentando, la energía que damos al cuerpo se usa para vencer algunas de las fuerzas que mantienen a las moléculas unidas y para aumentar la temperatura del cuerpo. Pero **a las temperaturas del cambio de estado** (fusión y ebullición), y solo a esas, **la energía que damos al cuerpo al calentarlo se usa exclusivamente para romper las fuerzas que existen entre las moléculas**. Hasta que toda la sustancia no haya cambiado de estado no volverá a aumentar la temperatura.

En la animación que has visto antes se explica perfectamente (en inglés, claro) y aquí a la derecha puedes ver de nuevo una **gráfica de calentamiento** de un sólido.



Comprueba que lo has entendido

20. Lee el siguiente párrafo y rellena los huecos en blanco. Puedes usar las palabras: no, líquido, fusión, vaporización, misma, gas.

En los cambios de estado una..... sustancia se presenta de distinta manera. Durante el momento del cambio de estado la temperatura..... cambia. Al paso de sólido a líquido lo llamamos....., al de líquido a gas se le llama....., al paso de sólido a..... se le llama sublimación. El yodo pasa a estado gaseoso desde sólido sin pasar por....., es capaz de sublimar.

21. ¿A qué sustancia corresponderá la gráfica de calentamiento representada arriba?

- No podemos saberlo.
- Está claro, al agua.

Para saber más...



A estas alturas ya estarás hasta el gorro de que te digamos que el agua hierve a 100°C (algo que, además, seguro que hace tiempo que sabías). Pero ¿Y si ahora te decimos que eso no siempre es así?...

Como lo oyes (bueno, como lo lees). Resulta que las temperaturas de cambio de estado dependen de la presión. El agua hierve a 100°C cuando el aire que la rodea está a presión normal (1 atmósfera de presión). Pero si la ponemos en un sitio donde la presión sea menor, su ebullición se producirá a una temperatura también menor.

En el apartado de recursos del tema puedes ver un vídeo que te asombrará. Seguro que nunca habías visto algo así: **"Hirviendo agua a temperatura ambiente"**.

Comprueba que lo has entendido (soluciones)



1. La respuesta correcta es la a. En efecto, casi toda la masa del átomo (más del 99,99%) se concentra en una zona del mismo, el núcleo, aunque éste tan solo ocupa una parte pequeñísima del átomo.
2. La respuesta correcta es la b. La carga eléctrica negativa de los átomos está en su corteza, la tienen sus electrones, las partículas más pequeñas de las que forman el átomo. Como su propio nombre indica, el neutrón es neutro, no tiene carga eléctrica, mientras que, los protones del núcleo sí tienen carga eléctrica, pero positiva.
3. La respuesta correcta es la c. Co es el símbolo del cobalto y C es el símbolo del carbono.
4. La respuesta correcta es la b, Porque el número atómico nos dice el número de protones del átomo y el número másico es la suma del número de protones más el número de neutrones.
5. La respuesta correcta es la c. La molécula de sulfato de cobre tiene 4 átomos de oxígeno y no tres y El Co no es cobre, es cobalto, el cobre se representa por Cu.
6. La respuesta correcta es b. Ni es níquel, no nitrógeno y en la última opción ¿dónde está el átomo de hidrógeno?
7. Son correctas las opciones b, c, f y g, es decir, todas aquellas en las que hay representado más de un átomo. Recuerda que una molécula es la combinación de dos o más átomos. Aunque sean del mismo elemento, si hay más de un átomo es una molécula.
8. La respuesta correcta es la b. La teoría atómica nos dice que la materia está hecha de átomos, cómo son los átomos y cómo se combinan para formar moléculas, pero no cómo se relacionan entre sí las moléculas.
9. La respuesta correcta es la b. La velocidad media de las moléculas está relacionada con la temperatura de forma que cuanto mayor es la temperatura más rápido se mueven las moléculas.
10. No están de acuerdo ni la b ni la c. Según la teoría cinético molecular (la que hoy día usan los científicos para explicar la existencia y el comportamiento de sólidos, líquidos y gases) todos los cuerpos están formados por átomos o moléculas en continuo movimiento, más rápido cuanto mayor es la temperatura del cuerpo, y entre las que existen fuerzas de atracción y repulsión que las mantiene unidas pero a cierta distancia unas de otras, dejando entre ellas espacios vacíos.
11. El texto completo es:
El agua está en la naturaleza en los tres estados posibles: sólido, líquido y gaseoso. En estado sólido la encontramos formando hielo y nieve fundamentalmente. Cuando se evapora, decimos que es vapor de agua y entonces está en estado gaseoso. En estado líquido la vemos en ríos, mares, océanos y en las nubes cuando se condensa el vapor de agua.
12. La respuesta correcta es la c. En estado sólido apenas si pueden desplazarse un poquito. En estado líquido pueden moverse con cierta libertad, pero no es el estado en el que tienen más libertad de movimiento. Las moléculas de los gases se mueven con total libertad. Eso sí, siempre en línea recta (hasta que chocan con algo, bien la pared del recipiente donde está el gas o bien otra molécula).
13. La respuesta correcta es la b. Todas las sustancias pueden estar en cualquiera de los tres estados; solo es necesario que la temperatura sea la adecuada. Nosotros estamos acostumbrados a "ver" el oxígeno en forma de gas, porque ese es su estado a las temperaturas que solemos tener. Pero si lo enfriamos lo suficiente, el oxígeno estará en estado líquido y, a temperaturas aún más bajas, podríamos llegar a tener... icubitos de oxígeno, sólidos!
14. La respuesta correcta es la c. Los gases no solo adoptan la forma del recipiente que los contiene, sino que también ocupan todo el volumen del mismo. Los gases no tienen volumen propio.
15. La respuesta correcta es la a.

16. La única frase verdadera es la b. Las fuerzas que hay entre las moléculas de los líquidos impiden que se puedan alejar o acercar entre sí y, por tanto, hacen que el volumen del líquido sea constante. Es cierto que las fuerzas de atracción entre las moléculas son mayores que en los gases, pero no tanto como para hacer que tengan forma propia. Viscosidad y densidad no tienen nada que ver. Viscoso es lo mismo que "poco fluido", que se derrama con dificultad. Hay líquidos viscosos y poco densos, como el aceite y líquidos poco viscosos y muy densos, como el mercurio.
17. La primera frase es falsa. Las moléculas de los sólidos también se están moviendo, solo que tienen mucho más restringida su libertad de movimiento. Las moléculas que forman los sólidos vibran alrededor de una posición de equilibrio.
19. La segunda frase también es falsa. Los sólidos tienen forma y volumen propios, pero no así los líquidos, que no tienen forma propia (aunque sí volumen propio, son incompresibles).
20. La respuesta correcta es la b. Es evidente que los cristales que ponemos en las ventanas no se derraman... y, aunque lo llamemos cristal, en realidad las partículas que lo forman no están ordenadas de manera regular y constante.
18. El texto completo es:
En los cambios de estado una **misma** sustancia se presenta de distinta manera. Durante el momento del cambio de estado la temperatura **no** cambia. Al paso de sólido a líquido lo llamamos **fusión**, al de líquido a gas se le llama **vaporización**, al paso de sólido a **gas** se le llama sublimación. El yodo pasa a estado gaseoso desde sólido sin pasar por líquido, es capaz de sublimar.
21. La respuesta correcta es la b. Si nos fijamos en los puntos de fusión y ebullición, que identificamos porque en ellos la temperatura permanece constante mientras pasa el tiempo, vemos que son 0°C y 100°C. Solo el agua tiene esas temperaturas de cambio de estado.